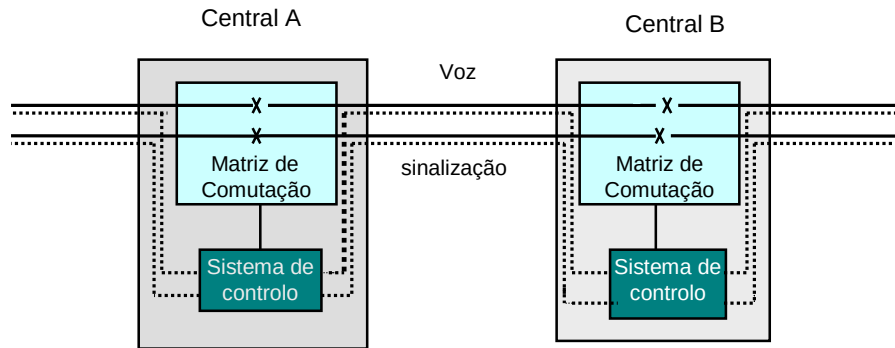


Redes de Telecomunicações

Sinalização nas redes telefónicas

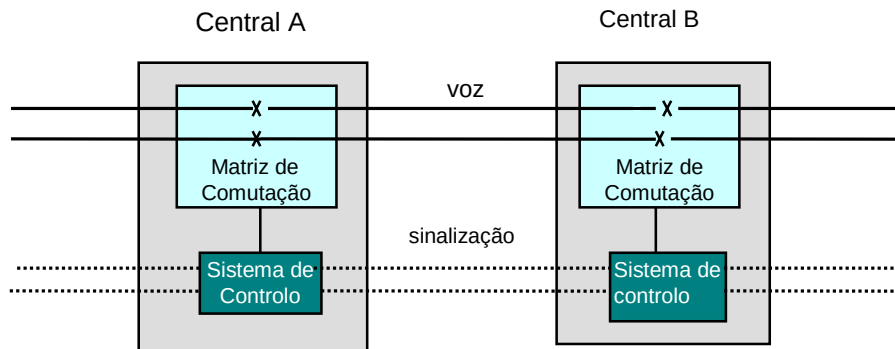
Objectivos e tipos de sinalização

- A sinalização numa rede telefónica é responsável pela transferência da informação de controlo entre os utilizadores e a rede (**sinalização de assinante**), e entre as centrais de comutação (**sinalização inter-central**, ou **sinalização de troncas**). Essa informação é usada, nomeadamente, para estabelecer, manter e terminar chamadas telefónicas.
- Sinalização de canal associado/Sinalização de canal comum**



← Sinalização de canal associado

Na sinalização de canal associado ou CAS (*channel associated signalling*) a sinalização inter-central usa os mesmos circuitos físicos que o tráfego de voz.



← Sinalização de canal comum

Na sinalização de canal comum ou CCS (*common-channel signalling*) há uma separação entre os circuitos de sinalização inter-central e os circuitos usados para o tráfego de voz.

Sinalização de canal associado

- Na sinalização de canal associado (ex: sistema de sinalização nº 5) a sinalização inter-central usada para estabelecer chamadas era transmitida no mesmo circuito telefónico que o usado para a voz.
- A sinalização CAS inter-central usa sinalização multifrequência, que pode ser transmitida na banda do canal telefónico (ex SS5), ou fora da banda do canal telefónico (ex. R2, regional2).
- A sinalização CAS multifrequência inclui duas componentes: sinalização de linha e sinalização inter-registo.
- A sinalização de linha controla a linha e o equipamento. É responsável por enviar sinais para apresar a linha, sinais de aclarar, sinais de supervisão, etc. Por exemplo, o sinal de apresar é o sinal que alerta a central distante para acção e é responsável por activar o registo dessa central, o qual é responsável por armazenar os dígitos recebidos.
- A sinalização inter-registo é responsável pela transmissão do sinal de endereçamento (número digitado) entre os registos das centrais.

Etapas associadas à realização de uma chamada local

- As principais etapas são as seguintes.

1) Estabelecimento de corrente DC na linha (sinal de apresar).

2) O assinante que requereu o pedido de serviço é identificado e é atribuído a esse assinante uma área de memória (registro).

3) Depois de disponibilizar o registo a central envia para o assinante chamador o sinal de linha.

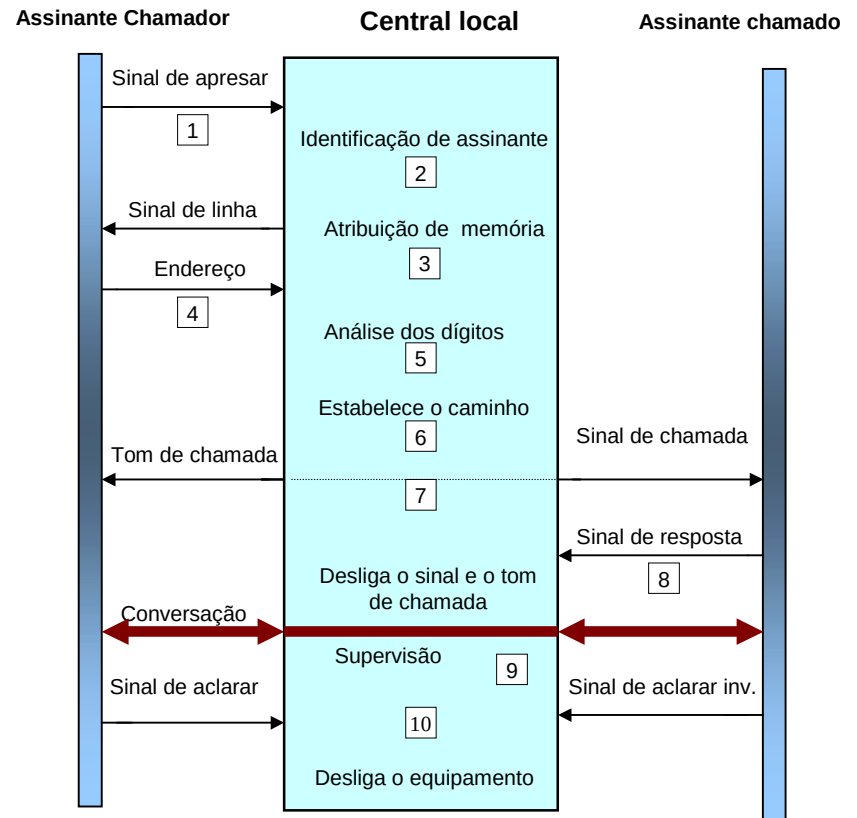
4) O assinante marca os dígitos correspondentes ao endereço do destinatário.

5) O sistema de controlo analisa os dígitos e escolhe o circuito de saída apropriado para encaminhar a chamada. Se o circuito de saída estiver ocupado será enviado para o assinante o sinal de linha impedida.

6) Nesta fase são conhecidos os portos de entrada e de saída da matriz de comutação. Para estabelecer um caminho entre o porto de entrada e de saída da matriz de comutação o sistema de controlo deverá enviar para esta um sinal de controlo apropriado.

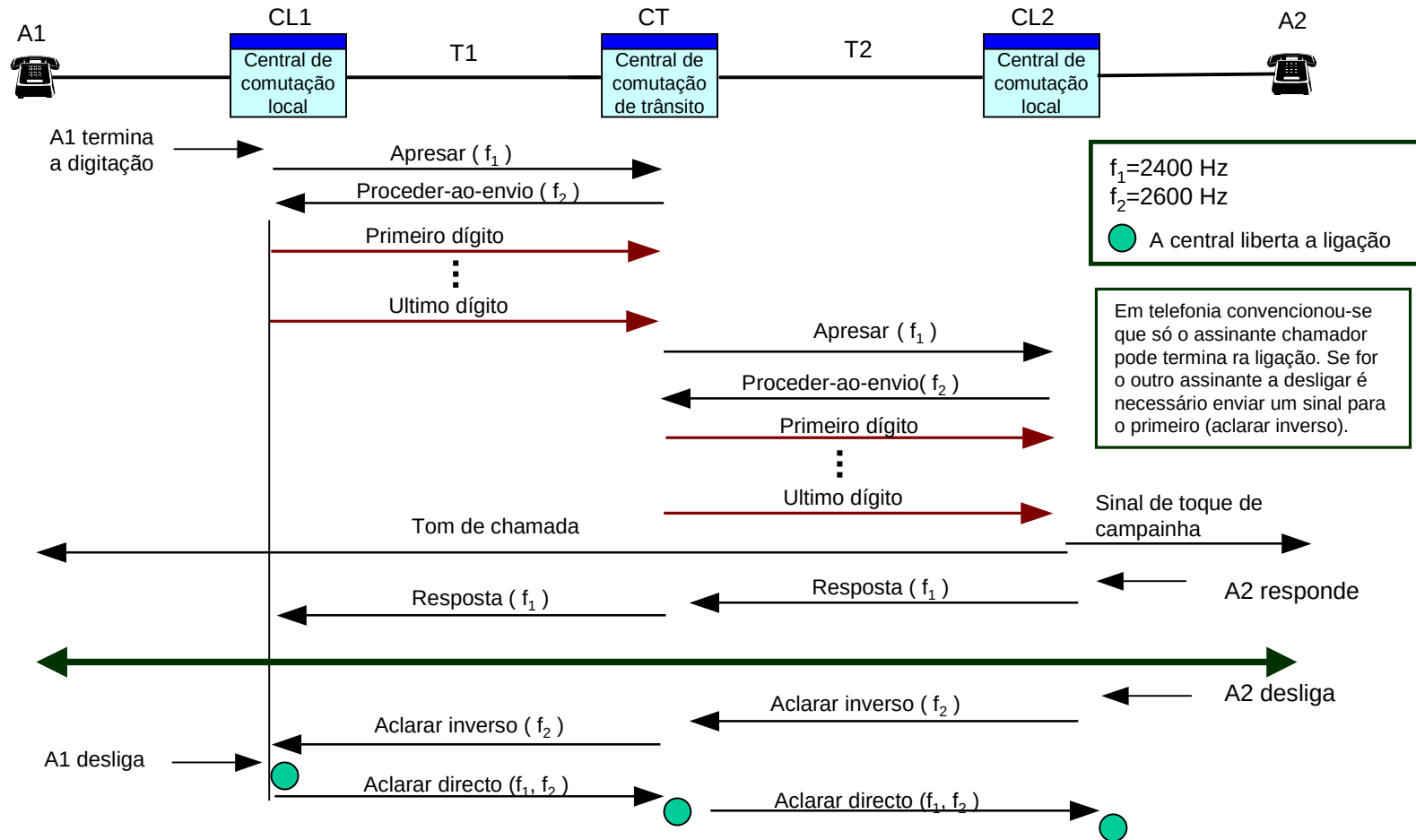
7) O sinal de chamada é enviado para o destinatário (toque de campainha) e o tom de chamada é enviado para o originário.

8) O assinante chamador atende levando ao estabelecimento de uma corrente DC. A conversação pode-se iniciar usando o circuito estabelecido através da matriz de comutação.



Sinalização CAS inter-central

Exemplo de sinalização inter-central (SS5)

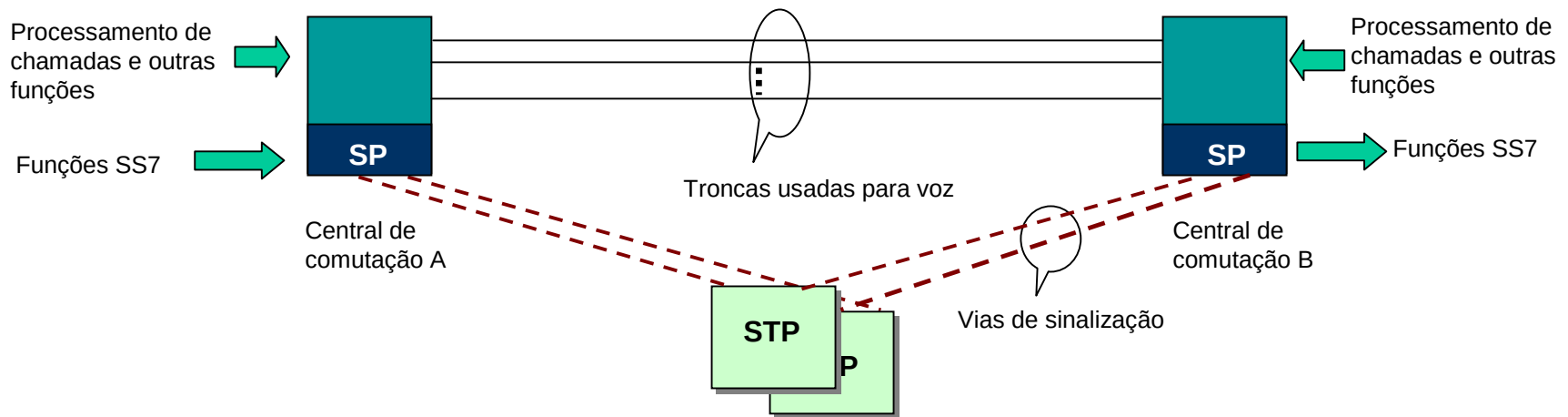


Sistema de sinalização de canal comum

- O sistema de sinalização em canal comum normalizado pelo ITU-T (séries Q-700) em 1981, é designado por “*CCITT Common Channel Signaling System nº 7*) ou simplesmente SS7.
- É um sistema otimizado para transferência de informação entre os processadores das centrais de comutação digital. Comparado com os sistemas anteriores apresenta as seguintes vantagens:
 - Permite um maior volume de sinalização;
 - Reduz os tempos necessários para estabelecer as ligações;
 - Permite uma melhor utilização das troncas;
 - Reduz a possibilidade de fraudes;
 - Permite a introdução de serviços baseados em bases de dados.
- O sistema de sinalização nº7 suporta uma grande variedade de aplicações:
 - Sinalização entre centrais de comutação telefónica digitais;
 - Sinalização nas redes digitais com integração de serviços;
 - Aplicações nas redes celulares (serviços móveis);
 - Aplicações nas redes inteligentes;
 - Aplicações em operações de gestão, operação e administração de redes.

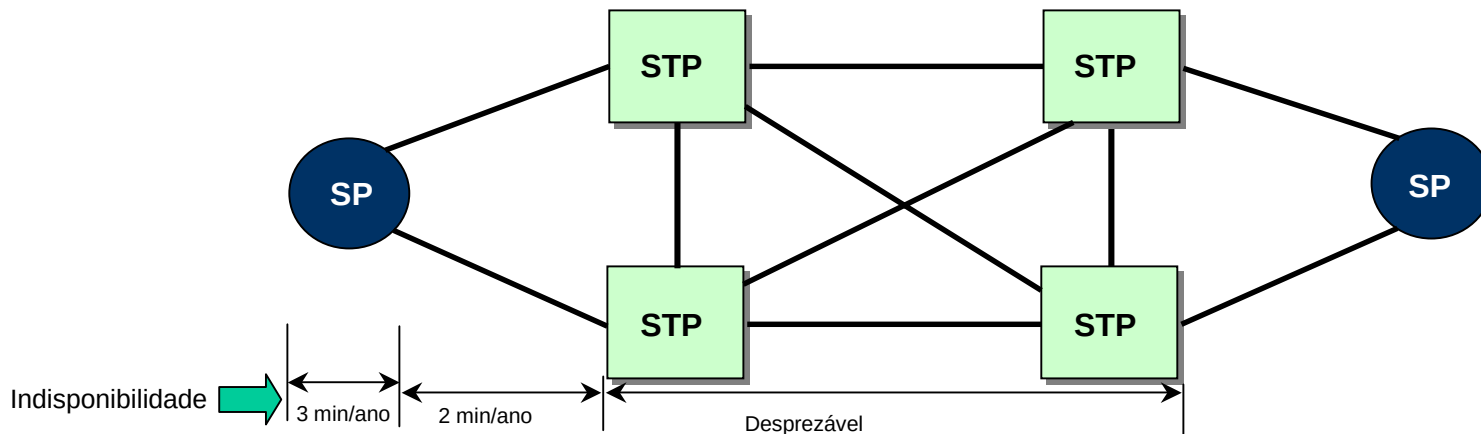
Estrutura e elementos de rede

- Na rede de sinalização de canal comum a sinalização é transportada por uma rede diferente da rede de circuitos telefónicos, usando comutação de pacotes.
- O sistema de sinalização nº7 define três entidades funcionais: **ponto de sinalização ou SP** (*signalling point*), **ponto de transferência de sinalização ou STP** (*signalling transfer point*) e **vias de sinalização** (*signalling links*).
- Os SP são os pontos terminais da rede onde as mensagens de sinalização (pacotes) são criadas ou recebidas. Os STP são comutadores de pacotes responsáveis por encaminhar as mensagens de sinalização entre os vários SP. As vias de sinalização são ligações de dados com um débito de 64 kb/s.



Ligações entre os STP

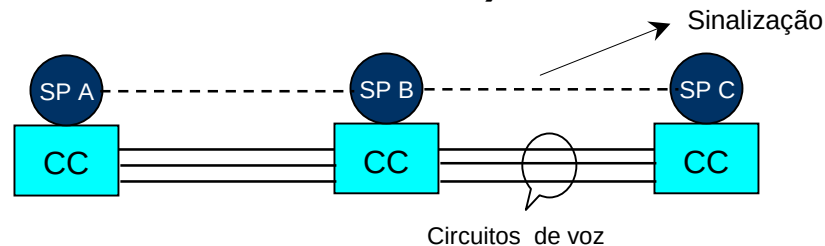
- Uma das exigências que se coloca a uma rede de sinalização é sua elevada fiabilidade. Assim, numa rede SS7 qualquer SP está sempre ligado a dois STP, que por sua vez são implementados aos pares (STP gémeos) e separados geograficamente.
- A rede é dimensionada para usar somente 40% da capacidade de cada STP, de modo que quando há uma falha de um elemento do par, a taxa de ocupação de cada STP não ultrapassa os 80% .



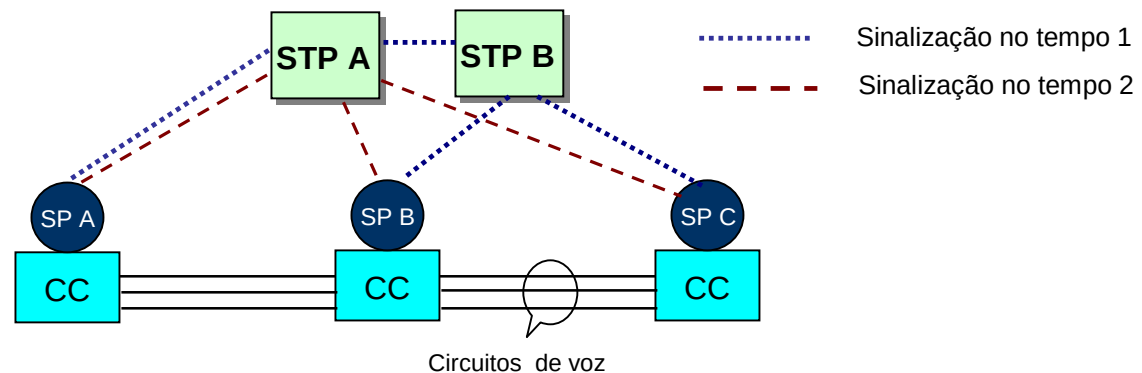
A indisponibilidade extremo-a-extremo não deve ultrapassar os 10 minutos/ano

Modos de operação

- **Modo associado:** No modo associado a um conjunto de circuitos de voz interligando duas centrais fica afectada uma ligação de sinalização (por exemplo usando o *time-slot* 16 das vias de 2 Mb/s).

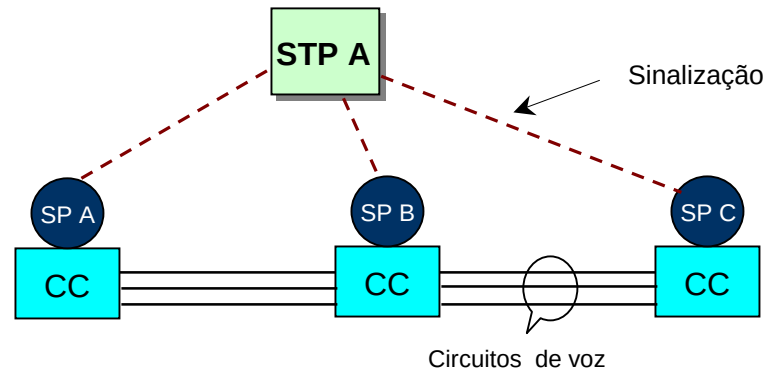


- **Modo não associado:** O percurso seguido pelas mensagens de sinalização entre centrais de comutação é diferente do percurso seguido pelo tráfego de voz. As mensagens de sinalização fazem uso de STPs e o percurso da sinalização varia ao longo do tempo.



Modos de operação

- **Modo quase-associado:** A rede de sinalização também faz uso de STPs, mas o percurso das mensagens é pré-definido.

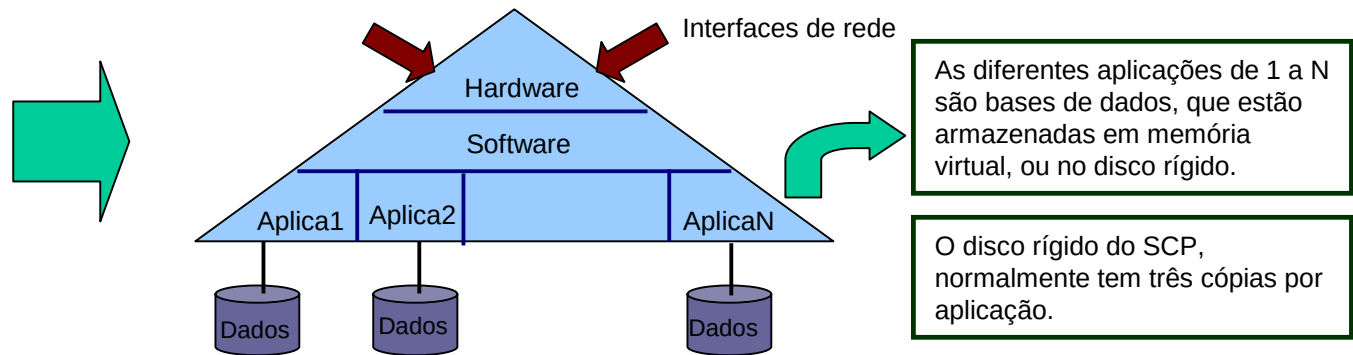


- O modo quase-associado é usado em muitos casos como recurso, no caso da falha do modo associado. Por exemplo, considere-se que se usa para transmitir 200 circuitos entre duas centrais 7 E1. O *time-slot* 16 de um desses E1 seria usado para transmitir a informação de sinalização dos 200 circuitos. No caso da falha do E1 que transportava a sinalização, para além de se perderem os 30 canais de voz perdia-se toda a sinalização dos restantes 170 canais.
- Para evitar este tipo de risco é usado um encaminhamento alternativo, que usa um modo quase-associado, quando há uma falha da sinalização associada.

Tipos de pontos de sinalização

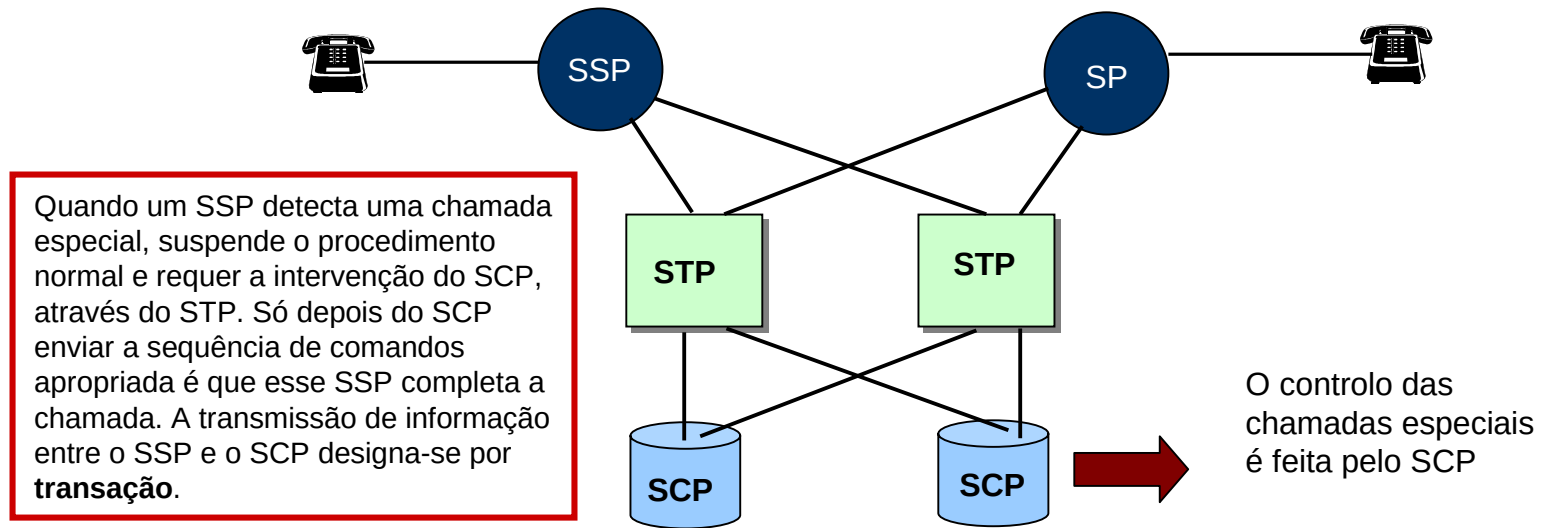
- Definem-se três tipos de pontos de sinalização: ponto de comutação, ponto de comutação de serviços e ponto de controlo de serviços.
- Ponto de comutação ou SP (Switching Point):** É constituído pelo hardware e software adicionado à central de comutação, responsável pela conversão da sinalização originada na rede telefónica, no formato próprio do SS7.
- Ponto de comutação de serviços ou SSP (Service Switching Point):** São centrais de comutação, que para além de possuírem as funcionalidades dos SP, permitem controlar a execução de serviços mais complexos, que requerem acesso a base de dados.
- Pontos de controlo de serviço ou SCP (Service Control Point):** Consiste num processador, que controla a execução de serviços especiais, através do acesso a base de dados.

Arquitetura
de um SCP



Exemplo de arquitectura

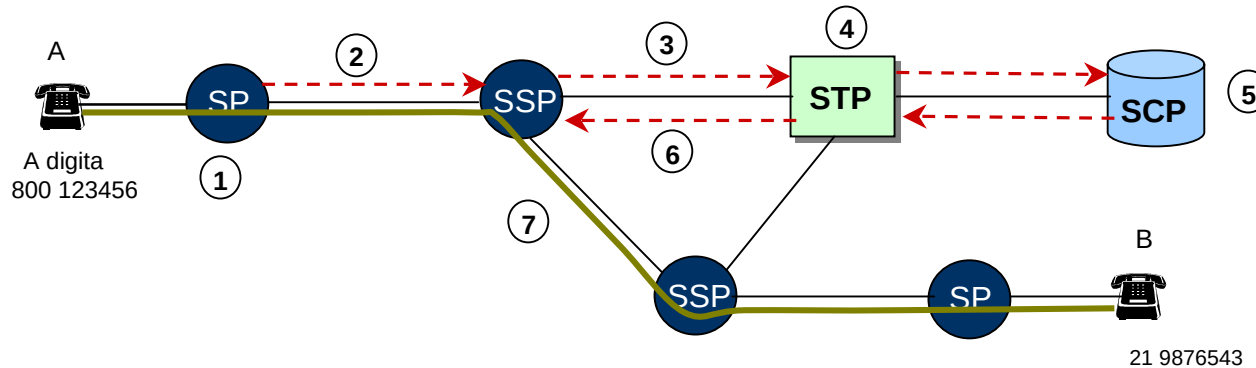
- Os SCP tal como os STP são implementados aos pares e cada SCP do par tem armazenada nas suas bases de dados informação idêntica.



- As centrais de comutação que possuem unicamente a funcionalidade SP, têm de recorrer a centrais SSP para executarem serviços que necessitam de recorrer a bases de dados (nº 800, televoto, serviços nas redes móveis, rede privadas virtuais, etc).
- O conceito de rede inteligente suportado pelo SS7 está ligado ao facto dos SCP armazenarem nas suas bases de dados grande quantidade de informação apropriada para controlar a execução de uma grande quantidade de serviços.

Estabelecimento de uma chamada grátis

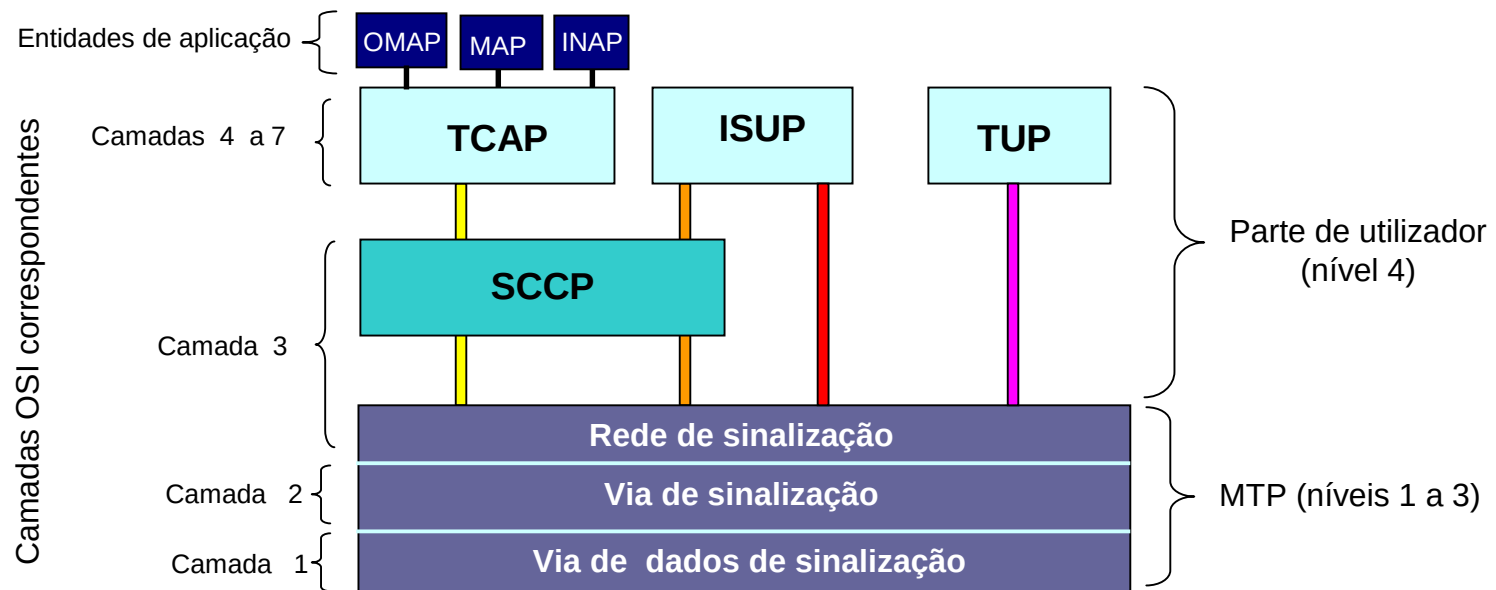
- Na figura representam-se as etapas associadas ao estabelecimento de uma chamada grátis.



- 1) O SP (central local) reconhece a presença de um pedido da chamada grátis por parte do assinante A.
- 2) A central local encaminha a chamada (voz e sinalização) para um SSP que é normalmente uma central de trânsito.
- 3) Na SSP a chamada é suspensa e é gerada uma mensagem de interrogação (transacção) para o SCP apropriado.
- 4) A mensagem enviada é encaminhada pelo STP para o SCP apropriado.
- 5) No SCP o número de chamada grátis é transformado no número do assinante B, usando a base de dados conveniente.
- 6) O número de B, juntamente com outra informação de controlo, é enviado para o SSP, que fez o pedido.
- 7) Quando o SSP recebe o número de B (21 9876543) estabelece uma ligação telefónica normal (voz e sinalização) para a central local (SP) que serve B.

Protocolo do SS7

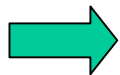
- O protocolo do SS7 é um protocolo estratificado, baseado em camadas. É constituído pela parte de transferência de mensagens ou MTP (*message transfer part*) e pela parte do utilizador. Podem existir vários utilizadores do MTP: O TUP (*telephone user part*) para sinalização na rede telefónica, o ISUP (*ISDN user part*), etc. O SCCP (*signaling connection control part*) é também um utilizador do MTP. Foi adicionado ao MTP para oferecer serviços ao TCAP (*Transaction Capability Application Part*) responsável pelas transacções (interrogação das bases de dados).



Parte de transferência de mensagens

- A parte de transferência de mensagens é estruturada em três níveis: **Via de dados de sinalização** (nível 1), **via de sinalização** (nível 2) e **rede de sinalização** (nível 3).
- **Via de dados de sinalização**: Corresponde normalmente a um canal de transmissão digital bidireccional a 64 kb/s. Por exemplo, o time-slot 16 da trama E1.
- **Via de sinalização**: É responsável por estruturar a informação em tramas designadas por SU (*Signaling Unit*). Detecta e corrige erros. O controlo de erros é efectuado usando o código de controlo de redundância cíclica (CRC) com 16 bit. Analisa a qualidade de transmissão, medindo a percentagem de SUs rejeitadas. Realiza o controlo de fluxo, prevenindo a acumulação de SUs nos STP.
- Tipo e estrutura das SUs: As SUs são delimitadas usando um padrão de bits fixo, designado por bandeira (*flag*). É comparável ao PET das tramas TDM. As SUs podem-se dividir em **MSU** (*message signal unit*), usadas para transferir a informação proveniente do nível 4, **LSSU** (*link-status signal unit*), usada para iniciar a ligação e monitorizar o seu estado e **FISU** (*fill-in signal unit*) transmitida quando não há tráfego.

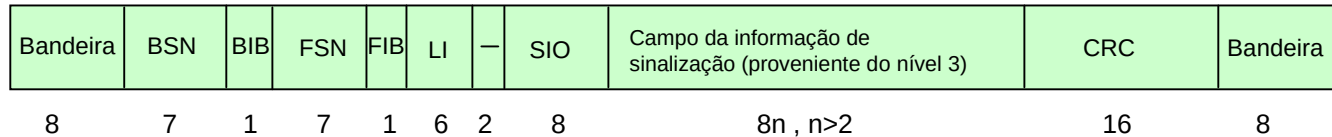
Estrutura de uma MSU



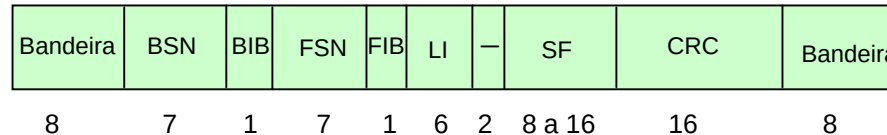
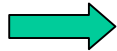
Bandeira	Numeração da sequência de SUs, comprimento da SU, informação relacionada com o utilizador	Campo da informação de sinalização (proveniente do nível 3)	CRC	Bandeira
----------	---	---	-----	----------

Estrutura das SUs

MSU

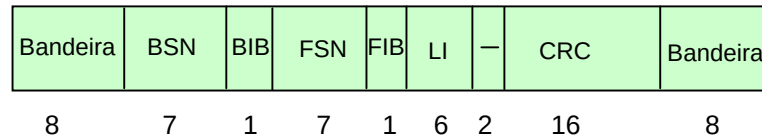
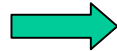


LSSU



BSN: backward sequence number
 FSN: forward sequence number
 BIB: backward indicator number
 FIB: forward indicator number
 LI: length indicator
 SIO: service information octet
 SF: status field
 CRC: cyclic redundancy check

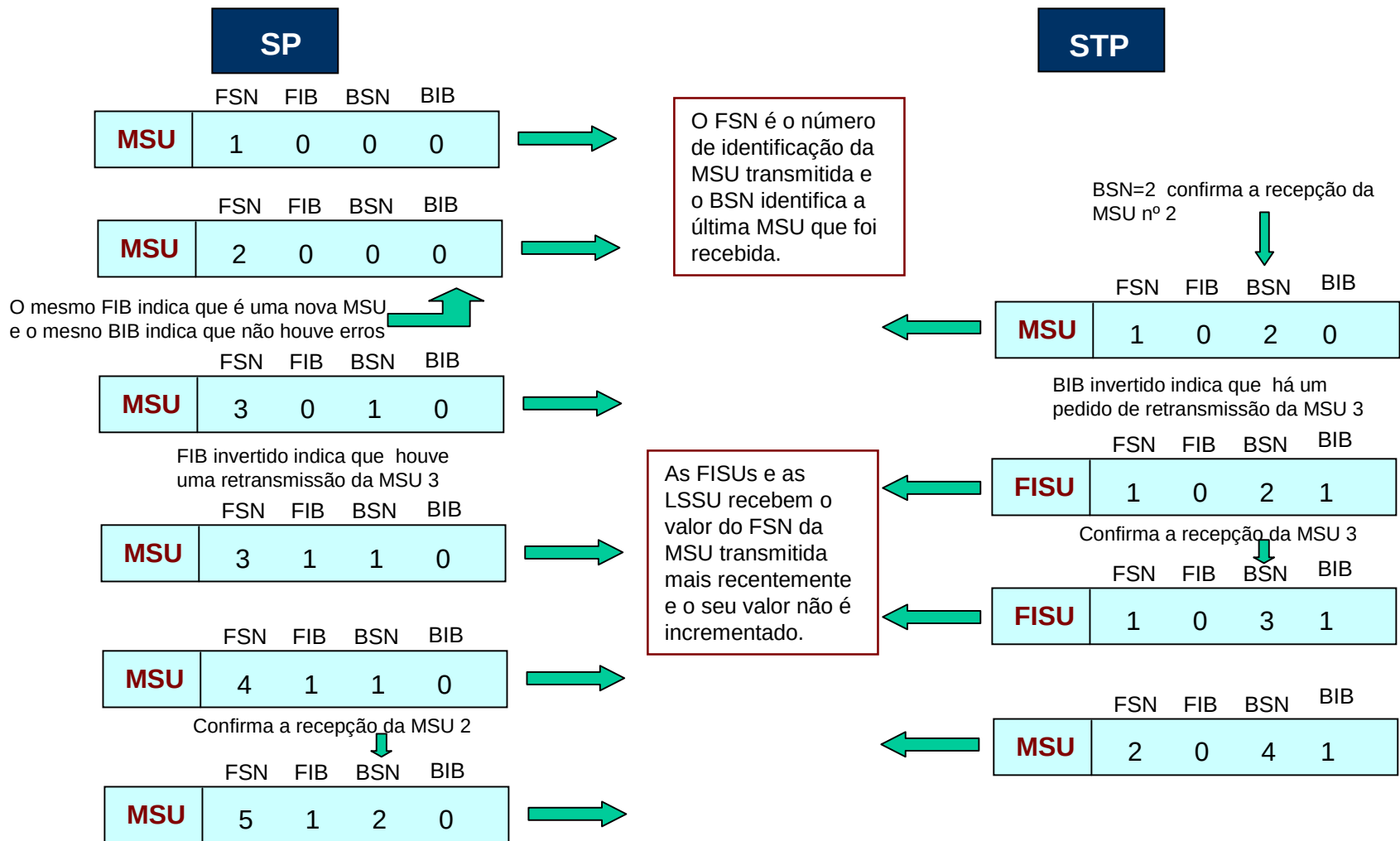
FISU



Bandeira → 01111110

- As bandeiras são usadas para delimitar as mensagens.
- LI dá o comprimento do campo de informação, permitindo especificar o tipo de SU (MSU $\Rightarrow$ 3 a 63 octetos, LSSU $\Rightarrow$ 1 ou 2, FISU $\Rightarrow$ 0).
- SIO transporta informação sobre o tipo de utilizador (telefone, dados, ISDN, SCCP)
- CRC permite detectar erros. Quando é detectado um erro a MSU é ignorada e a mensagem errada deverá ser retransmitida.

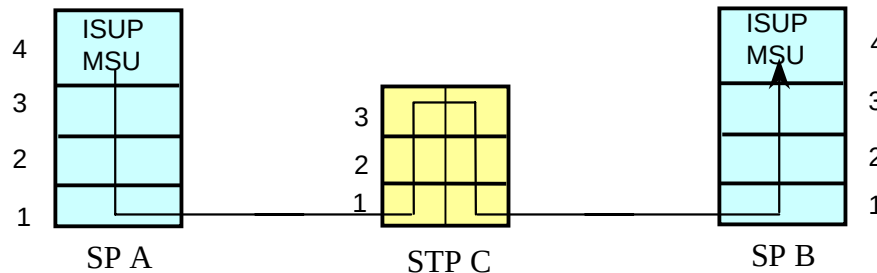
Exemplo de transferência de mensagens SU



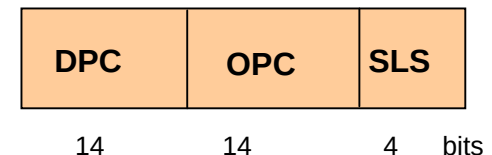
Parte de transferência de mensagens (2)

- **Rede de sinalização:** Uma função importante é encaminhar as mensagens geradas pela parte de utilizador de um SP, há parte correspondente de utilizador do SP destinatário, e verificação se as mensagens chegaram ao destino. Outras funções incluem a gestão de falhas e de congestionamento.
- O cabeçalho introduzido por este nível é constituído por 32 bits e inclui os endereços dos SP originários e destinatários da informação, ou seja o OPC (*originating point code*), e o DPC (*destination point code*). Inclui ainda o SLS (*signaling link selection*), que é usado para identificar a via de sinalização usada para transferir a mensagem.

Encaminhamento de mensagens



Cabeçalho introduzido pelo nível 3

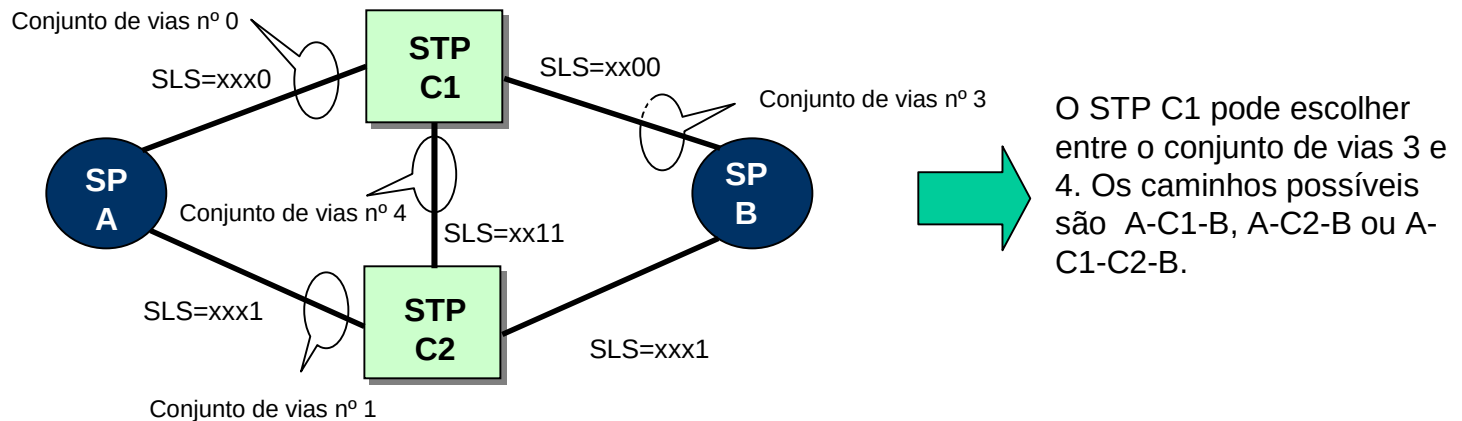


- Quando não há uma ligação directa entre os SP, o encaminhamento é feito através de um STP, o qual usa o campo DPC para definir o destinatário.

Partilha de carga

- Normalmente, é possível usar mais do que uma via de sinalização para encaminhar uma mensagem para um determinado DPC. A selecção de uma determinada via é feita usando o campo SLS. A escolha do SLS é feita de modo a manter a distribuição da carga tão equilibrada quanto possível pelas diferentes vias de sinalização de um conjunto de vias (partilha de carga).

Na figura podem ser usados vários conjunto de vias de sinalização para realizar uma ligação entre o SP A e SP B. Para ligar o SP A ao STP C1 usa-se o conjunto 0 e para ligar o SP A ao STP C2 usa-se o conjunto 1. Deste modo, neste dois conjuntos como se tem de usar 1 bit para indicar o conjunto das vias só restam 3 bits para realizar a partilha da carga. No STP C1 tem de se usar um outro bit para indicar o conjunto de vias a escolher, restando só 2 bits para a partilha de carga.



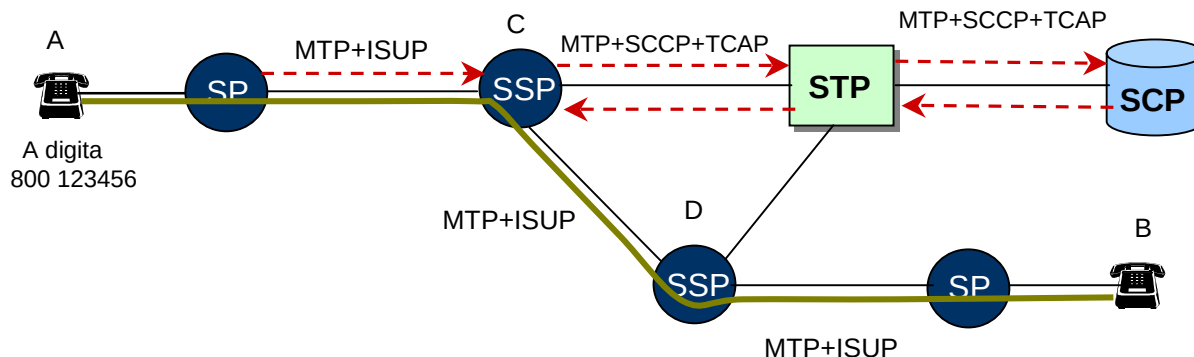
Para a sinalização inter-central usando o ISUP, é usado o mesmo código SLS para todas as mensagens correspondentes a uma determinada tronca.

Parte do utilizador

- **SCCP:** O objectivo do SCCP é permitir a transferência de informação entre dois nós, no caso em que não é requerido o estabelecimento de um circuito telefónico entre esses nós. Permite a transferência de mensagens usando, quer datagramas quer circuitos virtuais. É um mecanismo de transferência apropriado para:
 - interrogação de bases de dados;
 - actualização das bases de dados nas redes celulares;
 - transferência de dados entre os centros de gestão de rede;
 - activação remota de serviços.
- **TCAP:** Suporta aplicações especiais não ligadas ao estabelecimento de chamadas telefónicas. O TCAP é constituído pelo sub-nível de transacção e pelo sub-nível de componente. O primeiro é responsável por estabelecer e manter a ligação (transacção) entre dois pontos de sinalização, enquanto o segundo é responsável por iniciar uma acção num nó remoto e transferir os resultados dessa acção (componente).
- **TUP:** Compreende as mensagens de sinalização necessárias nas redes telefónicas, com lacete local analógico, para estabelecer chamadas telefónicas.
- **ISUP:** Compreende as mensagens de sinalização necessárias para estabelecer chamadas de voz e dados nas redes ISDN. Interage com a sinalização do canal D (DSS1) do ISDN.

Parte do utilizador (2)

- Aplicação do SS7 no estabelecimento de uma chamada grátis (rede ISDN).



O sub-nível de componente do TCAP no SSP C envia uma componente para o SCP requerendo que seja realizada uma translação do número enviado. Um parâmetro da componente transporta esse número. Depois da translação ser realizada no SCP recorrendo à base de dados apropriada, a componente é retornada para a central SSP C como resposta ao pedido. A componente resposta contém um parâmetro que transporta a informação de endereçamento (número do telefone de B, etc).

- O TCAP supervisiona os pedidos realizados pelos utilizadores denominados entidades de aplicação. Uma entidade de aplicação é uma sequência lógica de questões, respostas e interrogações. Há três entidades de aplicação definidas pelo ITU-T:
 - **MAP** (*mobile application part*);
 - **OMAP** (*operation and maintenance part*);
 - **INAP** (*intelligent network application part*).

Parte do utilizador (3)

- **MAP:** É usada nas redes celulares entre os MSC (*mobile switching center*) e as bases de dados HLR (*home location register*) e VLR(*visitor location register*), para registar a presença dos móveis, ou para fazer interrogações sobre essa presença.
- **OMAP:** Responsável por funções de gestão, operação e manutenção de centrais e equipamentos que fazem parte da rede de sinalização nº7. Usando o OMAP é possível gerir a rede de sinalização a partir de um ponto central, já que este permite estabelecer uma comunicação com todos os elementos de rede.

Exemplo de aplicações do OMAP: Gestão da informação de encaminhamento (permite monitorizar a informação de gestão de encaminhamento armazenada nos SP), teste de validação de circuitos de tráfego, reportagem de medidas, etc.

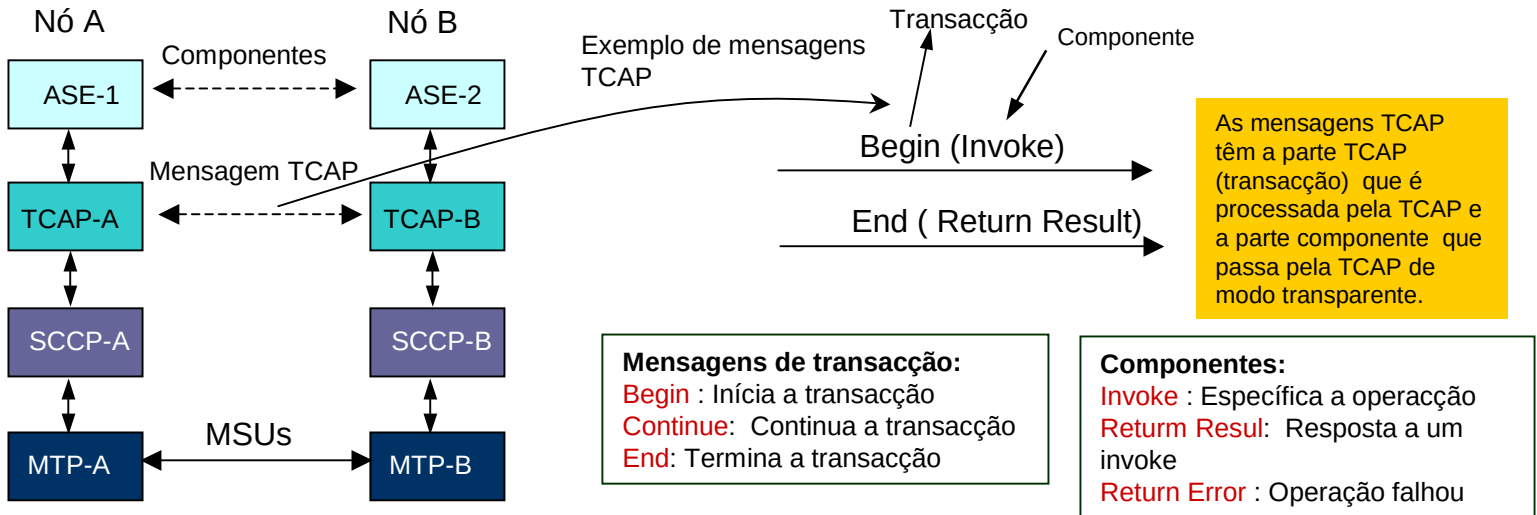
- **INAP:** Define um conjunto de aplicações apropriadas para construir serviços de rede inteligente.

Parte do utilizador (4)

- A sinalização correspondente às diferentes entidades de aplicação está armazenada em módulos designados por ASE (*Application Service Elements*). Cada ASE é identificada pelo SSN (*Subsystem Number*) e pelo PC (*Point Code*) do ponto de sinalização desse ASE.

O MTP permite realizar o encaminhamento de mensagens usando unicamente os PC (*Point Codes*). A camada SCCP estende as possibilidades de encaminhamento considerando também o encaminhamento com base em SSN e o encaminhamento com translação global. Esta última permite a conversão de um número telefónico num PC.

Uma transacção é iniciada a pedido de uma ASE de um nó e é executada pela ASE de outro nó. As ASE são dependentes da aplicação. Por exemplo, nas aplicações do número grátis (800) uma ASE numa SSP requer que a ASE correspondente localizada num SCP faça a translação do número 800 para o número real.



Equipamento envolvido nas transacções MAP-GSM

- O equipamento envolvido são as MSC (*Mobile Switching Center*), HLR (*Home Location Register*), VLR (*Visitor Location Register*), AUC (*Authentication Center*), e EIR (*Equipment Identity Register*).
- O HLR armazena informação semipermanente e temporária dos móveis para os quais a rede celular usada é a rede onde o móvel está registado.
- O VLR tem registos de todos os móveis que são servidos pela sua MSC associada.
- O AUC armazena informação de autenticação e informação de voz privada dos móveis registados nessa rede.
- O EIR armazena o IMEI (*International Mobile Equipment Identity*) dos móveis registados nessa rede. O IMEI é um número com 15 dígitos que identifica de modo unívoco cada móvel.
- Todas as entidades referidas são SP do sistema SS7 e estão ligadas entre si por vias de sinalização SS7, as quais transferem as transacções. No entanto o AUC pode não ser uma entidade própria mas estar associado a um HLR, não funcionando como um SP. Também o VLR pode fazer parte de um MSC.

Equipamento das transacções MAP-GSM (2)

- Na figura abaixo apresenta-se um exemplo do equipamento envolvido nas transacções MAP-GSM considerando três áreas de serviço com um MSC por área.

